



(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND
DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT



(12) **Gebrauchsmusterschrift**
(10) **DE 201 08 013 U 1**

(51) Int. Cl.⁷:
H 01 L 33/00
H 01 L 25/075
C 09 K 11/86
C 09 K 11/80

(21) Aktenzeichen: 201 08 013.3
(22) Anmeldetag: 11. 5. 2001
(47) Eintragungstag: 2. 8. 2001
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: 6. 9. 2001

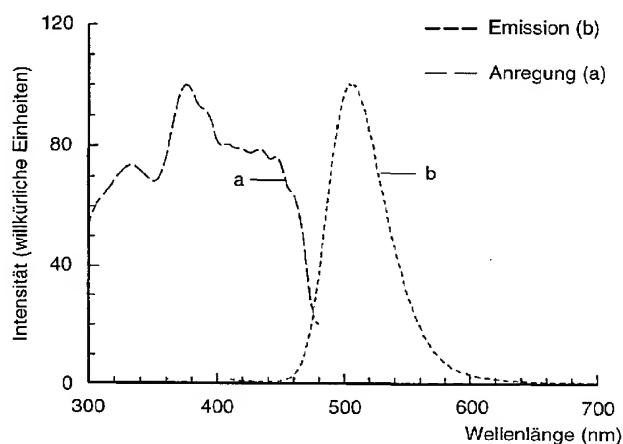
DE 201 08 013 U 1

(73) Inhaber:
Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH, 81543 München, DE; OSRAM Opto Semiconductors GmbH & Co. oHG, 93049 Regensburg, DE

(74) Vertreter:
Pokorny, G., Rechtsanw., 81543 München

(54) Weiß emittierende Beleuchtungseinheit auf LED-Basis

(57) Weiß emittierende Beleuchtungseinheit mit mindestens einer LED als Lichtquelle, wobei die LED primäre Strahlung im Bereich 300 bis 470 nm emittiert, wobei diese Strahlung teilweise oder vollständig in längerwellige Strahlung konvertiert wird durch Leuchtstoffe, die der primären Strahlung der LED ausgesetzt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Konversion zumindest unter Zuhilfenahme eines Leuchtstoffs, der grün emittiert und der aus der Klasse der Eu-aktivierten Calcium-Magnesium-Chlorosilikate stammt, und zumindest eines Leuchtstoffs, der gelb emittiert, und der aus der Klasse der Ce-aktivierten Seltenerd-Granate stammt, erfolgt.



DE 201 08 013 U 1

11.05.01

**Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH., München**

Weiß emittierende Beleuchtungseinheit auf LED-Basis

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft eine Weiß emittierende Beleuchtungseinheit auf LED-Basis, wobei die LED primär UV-Strahlung oder blaues Licht emittiert. Außerdem werden zumindest ein gelb und ein grün emittierender Leuchtstoff zur teilweisen Konversion der Primärstrahlung verwendet. Als gelber Leuchtstoff wird ein Ce-aktivierter Granat, der insbesondere Y und/oder Tb enthält verwendet, eingesetzt. Als grüner Leuchtstoff wird ein Eu-aktiviertes Calcium-Magnesium-Chlorosilikat (Ca₈Mg(SiO₄)₄Cl₂) eingesetzt.

Stand der Technik

Aus dem J. Electrochem. Soc. 1992, S. 622 ist bereits ein Chlorosilikat-Leuchtstoff und seine Anwendung für UV und Blaulicht-Anregung bekannt, der mit Eu dotiert ist (Luminescence Properties and Energy Transfer of Eu²⁺ Doped Ca₈Mg(SiO₄)₄Cl₂ Phosphors). Dieser leuchtet im Grünen. Ein konkretes Anwendungsgebiet für diesen Leuchtstoff ist nicht beschrieben.

Lumineszenz-Konversions-LEDs, die weißes Licht abgeben, werden derzeit durch die Kombination einer etwa bei 460 nm emittierenden blauen Ga(In)N-LED und einer gelb emittierenden YAG:Ce³⁺-Leuchtstoffs erzeugt (US 5 998 925 und EP 862 794). Allerdings sind diese Weißlicht-LEDs für Zwecke der Allgemeinbeleuchtung wegen ihrer schlechten Farbwiedergabe aufgrund fehlender Farbkomponenten (vor allem des Rot-Anteils) nur eingeschränkt zu gebrauchen. Eine Alternative ist die Mischung von drei Farben RGB (rot, grün, blau), die zusammen weiß ergeben, siehe beispielsweise WO 98/39805.

DE 201 08 013 U1

Darstellung der Erfindung

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Beleuchtungseinheit auf Basis einer LED gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, die weiß emittiert und insbesondere eine hohe Farbwiedergabe besitzt.

- Diese Aufgaben werden durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1
5 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen An-
sprüchen.

Bisherige Lösungen für eine weiße LED basieren insbesondere entweder auf dem
RGB-Ansatz, also der Mischung von drei Farben, nämlich rot, grün und blau, wobei
die letztere Komponente durch einen Leuchtstoff oder durch die primäre Emission
10 der LED realisiert werden kann. Eine zweite vereinfachte Lösung basiert auf der
Mischung von blau und gelb (BG-Ansatz), wie eingangs diskutiert.

Erfindungsgemäß wird erstmals ein ganz neues Konzept angewendet, das auf einer
BGG-Mischung basiert, also der Kombination einer blauen, gelben und grünen Far-
be. Wesentlich dabei ist, dass die gelben Leuchtstoffe dabei so breitbandig sind,
15 dass sie auch einen ausreichenden Anteil der Emission im roten Spektralbereich
aufweisen, insbesondere einen Anteil von mindestens 20 % ihrer Gesamtemission
im Sichtbaren in einem Spektralbereich ≥ 620 nm.

Als geeigneter gelb emittierender Leuchtstoff zeigt sich insbesondere ein Ce-
aktivierter Granat der seltenen Erden (SE), bevorzugt mit SE ausgewählt aus Y, Tb,
20 Gd, Lu, und/oder La. Bevorzugt ist eine Kombination von Y und Tb. Dabei wirkt die
langwellige Verschiebung durch Tb besonders positiv im Sinne eines ausreichenden
Rotanteils.

Als grün emittierender Leuchtstoff (bevorzugt liegt seine Peakemissionswellenlänge
im Bereich 500 bis 525 nm) eignet sich besonders bevorzugt ein Ca-Mg-
25 Chlorosilikat-Grundgerüst, das erfindungsgemäß mit Europium (Eu) dotiert ist. Evtl.
können auch geringe Mengen an weiteren Dotierstoffen, insbesondere an Mangan
(Mn) in kleinen Anteilen zur Feinabstimmung hinzugefügt werden. Eine weitere Al-
ternative ist ein grüner Leuchtstoff vom Typ $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ oder $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}$.

Der Farbort des grünen Leuchtstoffs spannt im Farbdiagramm zusammen mit dem Farbort des gelben Leuchtstoffs und dem der blauen LED (bzw. des blauen Leuchtstoffs) ein breites Dreieck auf, wodurch zusätzliche Möglichkeiten der Anpassung an spezielle Anforderungen geschaffen werden. Die Variationsbreite des Farborts unterschiedlicher Granate ist dagegen deutlich geringer. Somit lässt sich auch die erzielbare Farbtemperatur über einen weiten Bereich, typisch von 4000 bis 10000 K, streuen.

Die Erfindung ist besonders vorteilhaft im Zusammenhang mit der Entwicklung einer im Weißen emittierenden Beleuchtungseinheit. Dabei handelt es sich um eine Beleuchtungseinheit, die entweder auf einem LED-Feld (Array) oder einzelnen LEDs basiert, oder direkt um eine Lumineszenz-Konversions-LED, bei der die Leuchtstoffe direkt oder mittelbar in Kontakt mit dem Chip stehen, also direkt auf den Chip aufgetragen sind oder in dem ihn umgebenden Harz eingebettet sind.

Die Erzeugung von weißem Licht kann realisiert werden durch Kombination von UV oder blaues Licht (hier zusammenfassend als „kurzwellig“ bezeichnet) emittierenden LEDs mit einer Emissionswellenlänge (Peak) zwischen 300 und 470 nm und der erfindungsgemäßen Leuchtstoffmischung, die die Strahlung der LED ganz oder teilweise absorbiert und selbst in Spektralbereichen emittiert, deren additive Mischung mit dem Licht der LED weißes Licht mit guter Farbwiedergabe ergibt. Evtl. muss eine zusätzliche blau emittierende Leuchtstoffkomponente (beispielsweise BAM) hinzugefügt werden. Eine besonders effiziente Anregung gelingt im Falle einer UV-LED bei einer Emissionswellenlänge (Peak) von etwa 330 bis 350 nm und im Falle einer blauen LED bei einer Emissionswellenlänge (Peak) von etwa 450 bis 470 nm.

Damit wird eine verbesserte Farbwiedergabe der bekannten weißen LED auf Basis eines Granat-Leuchtstoffs erzielt, beispielsweise durch Beimischung von 20 bis 50 Gew.-% des Chlorosilikat-Leuchtstoffs. Der gelb emittierende Leuchtstoff ist ein Granat der Seltenen Erden (SE) Y, Gd, Lu, La und/oder Tb gemäß der Formel $SE_3(Al,Ga)_5O_{12}:Ce$, insbesondere mit SE = Y und/oder Tb, insbesondere entsprechend der Formel YAG:Ce oder TbAG:Ce.

Der Leuchtstoff $Ca_8Mg(SiO_4)_4Cl_2:Eu^{2+}$ ist aus der wissenschaftlichen Literatur bekannt, ohne dass dort irgendeine konkrete Anwendung angegeben wäre. Dieser Leuchtstoff zeigt erfindungsgemäß eine gute Eignung für die Anwendung bei wei-

ßen LEDs, besonders vorteilhaft auf Basis einer Drei-Farben-Mischung, die von einer primären UV-Lichtquelle angeregt wird (300 bis 390 nm). Aber auch für Spezialanwendungen bei einer weißen LED mit blauer Primär-Lichtquelle (430 bis 470 nm) ist er geeignet. Der Anteil x des Europium beträgt vorteilhaft zwischen $x = 0,005$ und $1,6$ und insbesondere zwischen $x = 0,01$ und $x = 1,0$. Dabei ist als Summenformel $\text{Ca}_{8-x}\text{Eu}_x\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2$ angenommen.

Die Zugabe von Mn als weiterer Dotierstoff neben Eu in kleinen Mengen (bis zu etwa 20 % des Molanteils von Eu) bietet die Möglichkeit, die Emission gezielt aus dem grünen Spektralbereich etwas mehr zum Langwelligen hin zu verschieben, also in den gelben Spektralbereich. Dies hat den Vorteil, die Emission besser an das menschliche Auge anpassen zu können und damit auch den visuellen Nutzeffekt zu verbessern. Der Anteil y des Mn sollte dabei höchstens bei $y = 0,1$ liegen. Besonders bevorzugt ist der Anteil des Europiums zwischen $x = 0,05$ und $0,8$ ohne dass Mangan hinzugefügt wird.

- 15 Die Europiumkonzentration beeinflusst den Farbort des Emissionslichts beim Einsatz in einer Lichtquelle, insbesondere LED. Über das Verhältnis der beiden Konzentrationen Eu:Mn lässt sich der Farbort dieses Leuchtstoffs zusätzlich fein einstellen, was die Anpassung an etwaige weitere (gelbe bzw. blaue) Leuchtstoffe in der LED vereinfacht bzw. optimiert.
- 20 Die erfindungsgemäßen Leuchtstoffe können beispielsweise auch in einem Gerät angewendet werden, in dem ein LED-Array (UV oder blau primär emittierend) Leuchtstoffe auf einer transparenten Scheibe beleuchtet oder in dem einzelne LEDs Leuchtstoffe beleuchtet, die auf einer Linse aufgebracht sind.

Besonders vorteilhaft werden die erfindungsgemäßen Leuchtstoffe angewendet um eine weiße LED hoher Farbwiedergabe zu realisieren. Dazu werden die Leuchtstoffe entweder separat oder in Mischung aufgetragen und evtl. mit einem möglichst transparenten Bindemittel kombiniert (EP 862 794). Die Leuchtstoffe absorbieren das Licht der UV/Blau-Licht emittierenden LED ganz oder teilweise und emittieren es in anderen Spektralbereichen (vornehmlich gelb und grün) wieder so breitbandig (nämlich mit merklichem Rotanteil), dass eine Gesamtermission mit gewünschtem Farbort entsteht. Bisher gibt es kaum Leuchtstoffe, die diese Anforderungen so gut erfüllen wie die hier beschriebenen Leuchtstoffe in ihrer Kombination. Sie zeigen

eine hohe Quanteneffizienz (um 70 %) und gleichzeitig eine spektrale Emission, die aufgrund der Empfindlichkeit des Auges als hell empfunden wird. Der Farbort lässt sich in einem weiten Bereich einstellen.

Als Lichtquelle eignet sich eine LED (light emitting diode), die weißes Licht erzeugt,
5 entweder über direkte Mischung des grün- bzw. gelb-emittierenden Leuchtstoffs mit
der primären Strahlung im blauen Spektralbereich (430 bis 470 nm) oder indem eine
primär UV emittierende Strahlung mittels mehrerer Leuchtstoffe in Weiß konvertiert
wird (vollständige BGG-Mischung mittels dreier Leuchtstoffe). Allgemein sollen unter
den Begriffen blau, gelb und grün hier Emissionsmaxima in den Bereichen Blau: 430
10 bis 470 nm, Grün: 490 bis 525 nm und Gelb: 545 bis 590 nm verstanden werden.

Als primäre Lichtquelle dient die Strahlung eines UV- oder blau-emittierenden Chips.
Besonders gute Ergebnisse werden mit einer UV-LED erzielt, deren Emissionsma-
ximum bei 330 bis 370 nm liegt. Unter besonderer Berücksichtigung des Anre-
gungsspektrums der Granate und Chlorosilikate zeigt sich ein Optimum bei 355 bis
15 365 nm. Als blauer Leuchtstoff dient hier beispielsweise BAM. Bei einem blauen
Chip lassen sich besonders gute Ergebnisse mit einer Peakwellenlänge von 430 bis
470 nm erzielen. Unter besonderer Berücksichtigung des Anregungsspektrums der
Granate und Chlorosilikate zeigt sich ein Optimum bei 445 bis 460 nm.

Eine Variante mit besonders guter Farbwiedergabe ist die gemeinsame Verwen-
20 dung zweier Leuchtstoffe, eines hoch Tb-haltigen Leuchtstoffs, bev. reines
TbAG:Ce, zusammen mit Chlorosilikat:Eu. Eine Variante mit besonders guter Tem-
peraturstabilität ist die gemeinsame Verwendung zweier Leuchtstoffe, eines hoch Y-
haltigen Leuchtstoffs, bev. reines YAG:Ce, zusammen mit Chlorosilikat:Eu.

Als LED, die als Primärstrahlung UV- oder blaue Strahlung (im folgenden zusam-
25 menfassend als kurzwellige Strahlung bezeichnet) emittiert, eignet sich insbesonde-
re eine Ga(In)N-LED, aber auch jede andere kurzwellig emittierende LED mit einer
Emission im Bereich 300 bis 470 nm. Insbesondere wird als hauptsächlicher Emis-
sionsbereich im UV 320 bis 360 nm und im blauen Bereich 430 bis 470 nm empfoh-
len, da dann die Effizienz am höchsten ist.

Figuren

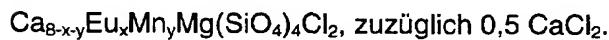
Im folgenden soll die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

- Figur 1 das Anregungs- und Emissionsspektrum eines mit Europium dotierten Chlorosilikats;
- 5 Figur 2 das Reflexions- und Emissionsspektrum eines weiteren mit Europium dotierten Chlorosilikats;
- Figur 3 ein Halbleiterbauelement, das als Lichtquelle (LED) für weißes Licht dient;
- 10 Figur 4 das Emissionsspektrum der LED aus Figur 3 mit den Leuchtstoffen TbAG und CS:Eu gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Figur 5 das Emissionsspektrum einer weiteren LED mit den Leuchtstoffen TbAG und CS:Eu gemäß der vorliegenden Erfindung;
- 15 Figur 6 das Temperaturverhalten einer LED mit den Leuchtstoffen YAG und CS:Eu gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Figur 7 das Emissionsspektrum einer LED mit den Leuchtstoffen YAG und CS:Eu gemäß der vorliegenden Erfindung;
- Figur 8 eine Beleuchtungseinheit mit Leuchtstoffen gemäß der vorliegenden Erfindung.

Beschreibung der Figuren

Im folgenden wird beispielhaft die Synthese eines Eu- und Mn-dotierten Chlorosilikats $\text{Ca}_8\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2:(\text{Eu}^{2+}, \text{Mn}^{2+})$ genauer beschrieben. Danach wird anhand einiger Beispielmessungen die Eignung dieses Leuchtstoffs dokumentiert.

Das Leuchtstoffpulver wird durch eine Hochtemperatur-Festkörperreaktion hergestellt. Dazu werden beispielsweise die hochreinen Ausgangsmaterialien CaCO_3 , MgO , SiO_2 und CaCl_2 zusammengemischt mit einem Mol-Verhältnis von 7:1:4:1,5. 25 Eine kleine Menge Eu_2O_3 bzw. MnCO_3 wird zum Zwecke der Dotierung hinzugefügt und ersetzt dabei die entsprechende Molmenge CaCO_3 . Dies entspricht der Bruttoformel



Nachdem die einzelnen Komponenten gut vermischt worden sind, wird das Pulver bei 1000 – 1200 °C für 1 – 4 h in einer reduzierenden Atmosphäre (H_2/N_2) erhitzt und reagiert so zu der oben angegebenen Verbindung. Um überschüssiges $CaCl_2$ und andere wasserlösliche Fremdphasen zu entfernen, kann das Pulver noch einmal mit voll entionisiertem Wasser gewaschen werden. Man erhält ein Leuchtstoffpulver mit hohen Quanteneffizienzen (typisch etwa 70 %) bei einer Anregung im kurzweligen Wellenlängenbereich um 400 nm.

- Figur 1 zeigt ein typisches Anregungs- und Emissionsspektrum eines europiumdotierten Pulvers. Der Zusatz an Eu_2O_3 beträgt 0,03 mol, d.h. $x = 0,06$. Die effiziente Anregbarkeit über einen sehr breiten Wellenlängenbereich von 300 bis 470 nm, vor allem 360 bis 400 nm, ist gut erkennbar. Die Abnahme der Anregbarkeit bei größeren Wellenlängen ist bedingt durch die Eu^{2+} -Absorptionsbande. Bei 460 nm werden jedoch noch vergleichbare Quanteneffizienzen gemessen wie bei 400 nm oder auch kurzwelliger (bis herab zu etwa 340 nm).
- Das Emissionsspektrum zeigt eine Eu^{2+} -Emissionsbande mit einem Maximum bei etwa 507 nm. Diese Emission wirkt auf das Auge grün. Mittels einer geringen Co-Dotierung mit Mangan kann, falls gewünscht, das Emissionsverhalten des Leuchtstoffs besser an die Empfindlichkeit des Auges angepasst werden.

- Figur 2 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel eines Eu-dotierten Chlorosilikats $Ca_8Mg(SiO_4)_4Cl_2:Eu^{2+}$ (abgekürzt CS:Eu). Der Zusatz an Eu_2O_3 beträgt 0,2 mol, d.h. $x = 0,4$. Die Peakwellenlänge liegt bei 509 nm, die mittlere Wellenlänge bei 522 nm. Die Farbkoordinaten sind $x = 0,185$ und $y = 0,615$. Die Emission unter Bestrahlung bei 400 nm ist in Figur 2a in willkürlichen Einheiten angegeben. Weiter ist auch die Reflexion (in Prozent) in Figur 2b angegeben.
- Für den Einsatz in einer weißen LED zusammen mit einem GaInN-Chip wird beispielsweise ein Aufbau ähnlich wie in US 5 998 925 beschrieben verwendet. Der Aufbau einer derartigen Lichtquelle für weißes Licht ist in Figur 3 explizit gezeigt. Die Lichtquelle ist ein Halbleiterbauelement (Chip 1) des Typs InGaN mit einer Peakemissionswellenlänge von 450 nm mit einem ersten und zweiten elektrischen Anschluss 2,3, das in ein lichtundurchlässiges Grundgehäuse 8 im Bereich einer Ausnehmung 9 eingebettet ist. Einer der Anschlüsse 3 ist über einen Bonddraht 14 mit dem Chip 1 verbunden. Die Ausnehmung hat eine Wand 17, die als Reflektor für die blaue Primärstrahlung vom Chip 1 dient. Die Ausnehmung 9 ist mit einer Vergussmasse 5 gefüllt, die als Hauptbestandteile ein Epoxidgießharz (80 bis 90 Gew.-%)

und Leuchtstoffpigmente 6 (weniger als 15 Gew.-%) enthält. Weitere geringe Anteile entfallen u.a. auf Methylether und Aerosil.

Dabei wird der Chlorosilikat-Leuchtstoff (CS:Eu) des zweiten Ausführungsbeispiels zusammen mit TbAG:Ce für die Leuchtstoffpigmente verwendet. Das Mischungsverhältnis (CS:Eu) zu TbAG beträgt 4:6 (Gewichtsanteile). Dieses Ausführungsbeispiel zeichnet sich durch besonders hohe Farbwiedergabe von Ra = 85 aus. Das Emissionsspektrum dieses Ausführungsbeispiels ist in Figur 4 gezeigt.

Ein direkter Vergleich zwischen einer konventionellen Lösung (BG) und einer erfindungsgemäßen Lösung (BGG) zeigt folgendes Ergebnis: als BG-Lösung wurde ein blau emittierender InGaN-Chip (Peak bei 450 nm) zusammen mit konventionellem YAG:Ce gewählt. Als erfindungsgemäße BGG-Lösung wurde die gleiche LED zusammen mit TbAG:Ce und CS:Eu gewählt. Dabei wird jeweils eine Farbtemperatur von 6000 K bei einem Farbort mit $x = 0,322$ und $y = 0,366$ erzielt. Während die einfache BG-Lösung lediglich eine Farbwiedergabe von Ra = 72 erreicht, gelingt mit der BGG-Lösung eine Farbwiedergabe von Ra = 80. Auch die Rotwiedergabe ist stark verbessert, nämlich von R9 = -22 auf R9 = 10. Das Emissionsspektrum der BGG-Lösung ist in Figur 5 gezeigt.

Ein weiteres bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer weißen LED verwendet neben dem InGaN-Chip (blaue Emission bei 450 nm) die Kombination des o.e. Chlorosilikat-Leuchtstoffs (CS:Eu) mit YAG:Ce. Dieses Ausführungsbeispiel zeichnet sich durch ein extrem gleichartiges Temperaturlöscherhalten beider Leuchtstoffe aus, wie in Figur 6 deutlich wird. Das Temperaturlöscherhalten beider Leuchtstoffe ist über das zulässige Einsatzgebiet (bis etwa 100 °C) praktisch gleich und nur geringfügig von der Temperatur abhängig. Andere Granate wie beispielsweise der zu Vergleichszwecken mit untersuchte Mischgranat $(Y_{0,33}Gd_{0,63}Ce_{0,04})Al_5O_{12}$ zeigen eine deutlich schlechtere Temperaturkonstanz (in Figur 6 ist dieser Mischgranat als (Y,Gd)AG:Ce bezeichnet). Somit ist eine besondere Konstanz des Farborts und weiterer lichttechnischer Daten unter unterschiedlichsten Temperaturbedingungen bei diesem Ausführungsbeispiel, das in hohem Maße Y (oder auch Tb) als SE enthält (mindestens 60 mol-% des SE-Gitterplatzes) gewährleistet. Das Emissionspektrum dieses Ausführungsbeispiels ist in Figur 7 gezeigt. Es entspricht einer Farbtemperatur von 8000 K und einem Farbort mit den Koordinaten $x = 0,294$ und y

= 0,309. Die Farbwiedergabe ist Ra = 77. Das Mischungsverhältnis der beiden Leuchtstoffe ist 4,6:1.

In Figur 8 ist ein Ausschnitt aus einer Flächenleuchte 20 als Beleuchtungseinheit gezeigt. Sie besteht aus einem gemeinsamen Träger 21, auf den ein quaderförmiges äußeres Gehäuse 22 aufgeklebt ist. Seine Oberseite ist mit einer gemeinsamen Abdeckung 23 versehen. Das quaderförmige Gehäuse besitzt Aussparungen, in denen einzelne Halbleiter-Bauelemente 24 untergebracht sind. Sie sind UV-emittierende Leuchtdioden mit einer Peakemission von 360 nm. Die Umwandlung in weißes Licht erfolgt mittels Konversionsschichten 25, die auf allen der UV-Strahlung zugänglichen Flächen angebracht ist. Dazu zählen die innen liegenden Oberflächen der Seitenwände des Gehäuses, der Abdeckung und des Bodenteils. Die Konversionsschichten 25 bestehen aus drei Leuchtstoffen, die im gelben, grünen und blauen Spektralbereich emittieren unter Benutzung der erfundungsgemäßen Leuchtstoffe.

Ansprüche

1. Weiß emittierende Beleuchtungseinheit mit mindestens einer LED als Lichtquelle, wobei die LED primäre Strahlung im Bereich 300 bis 470 nm emittiert, wobei diese Strahlung teilweise oder vollständig in längerwellige Strahlung konvertiert wird durch Leuchtstoffe, die der primären Strahlung der LED ausgesetzt sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Konversion zumindest unter Zuhilfenahme eines Leuchtstoffs, der grün emittiert und der aus der Klasse der Eu-aktivierten Calcium-Magnesium-Chlorosilikate stammt, und zumindest eines Leuchtstoffs, der gelb emittiert, und der aus der Klasse der Ce-aktivierten Seltenerd-Granate stammt, erfolgt.
5
2. Weiß emittierende Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der grün emittierende Leuchtstoff der Summenformel $\text{Ca}_{8-x-y}\text{Eu}_x\text{Mn}_y\text{Mg}(\text{SiO}_4)_4\text{Cl}_2$ mit x zwischen $x = 0,005$ und $x = 1,6$ und mit y zwischen $y = 0$ und $y = 0,1$ gehorcht (jeweils Eckwerte einschließlich).
10
3. Weiß emittierende Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der gelb emittierende Leuchtstoff ein Granat der Seltenen Erden (SE) Y, Gd, Lu, La und/oder Tb ist gemäß Formel $\text{SE}_3(\text{Al},\text{Ga})_5\text{O}_{12}:\text{Ce}$, insbesondere mit $\text{SE} = \text{Y}$ und/oder Tb, insbesondere entsprechend der Formel YAG:Ce oder TbAG:Ce.
15
4. Weiß emittierende Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die primär emittierte Strahlung im Wellenlängenbereich 330 bis 370 nm liegt, wobei die primär emittierte Strahlung drei Leuchtstoffen mit Emissionsmaximum im Blauen (430 bis 470 nm), Grünen (490 bis 525 nm) und Gelben (545 bis 590 nm) ausgesetzt wird.
20
5. Weiß emittierende Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die primär emittierte Strahlung im blauen Wellenlängenbereich von 430 bis 470 nm liegt, wobei die primär emittierte blaue Strahlung zwei Leuchtstoffen mit Emissionsmaximum im Gelben (545 nm bis 590 nm) und im Grünen (490 bis 525 nm) entsprechend einem der vorherigen Ansprüche ausgesetzt wird.
25
6. Weiß emittierende Lumineszenz-Konversions-LED nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als primäre Strahlungsquelle eine kurzwellig emittierende Leuchtdiode, insbesondere auf Basis von Ga(In)N, verwendet wird.

7. Weiß emittierende Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Anteil des Europium zwischen $x = 0,1$ und $x = 1,0$ beträgt ohne dass zusätzlich Mn verwendet wird.
- 5 8. Weiß emittierende Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungseinheit eine Lumineszenz-Konversions-LED ist, bei der die Leuchtstoffe direkt oder mittelbar in Kontakt mit dem Chip stehen.
9. Weiß emittierende Beleuchtungseinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Beleuchtungseinheit ein Feld (Array) von LEDs ist.
10. Weiß emittierende Beleuchtungseinheit nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der Leuchtstoffe auf einer vor dem LED-Feld angebrachten optischen Vorrichtung angebracht ist.

11.05.01

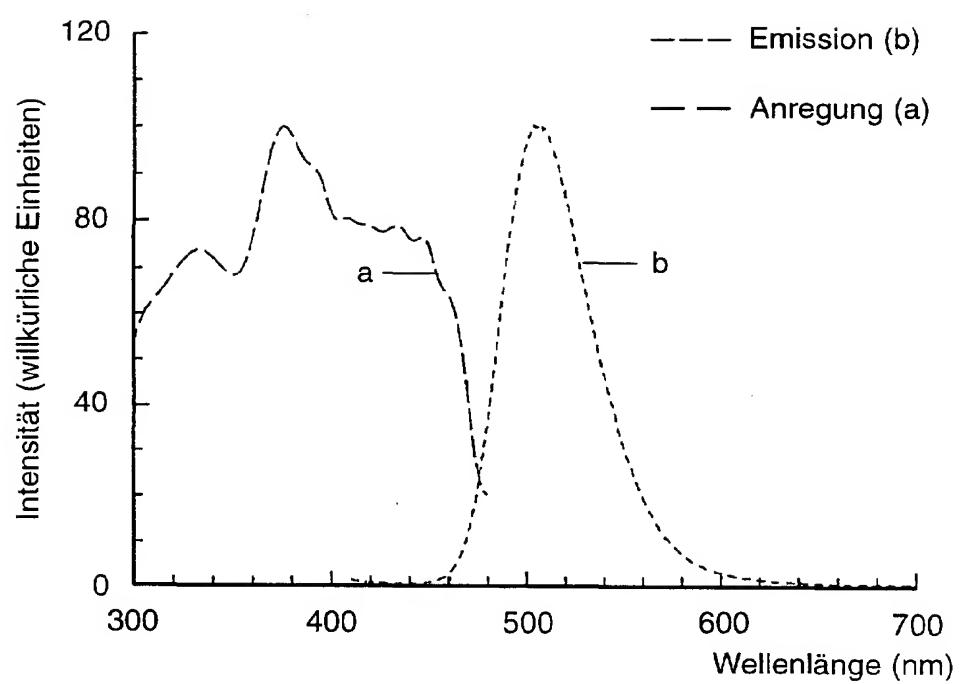


FIG. 1

DE 20106013 U1

11.05.01

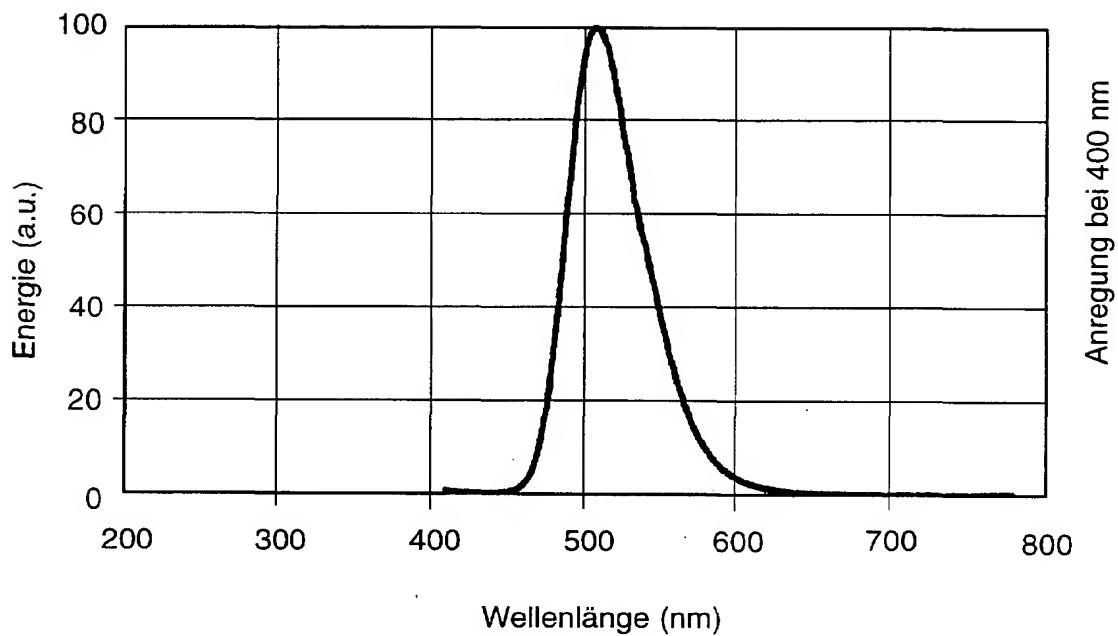


FIG. 2a

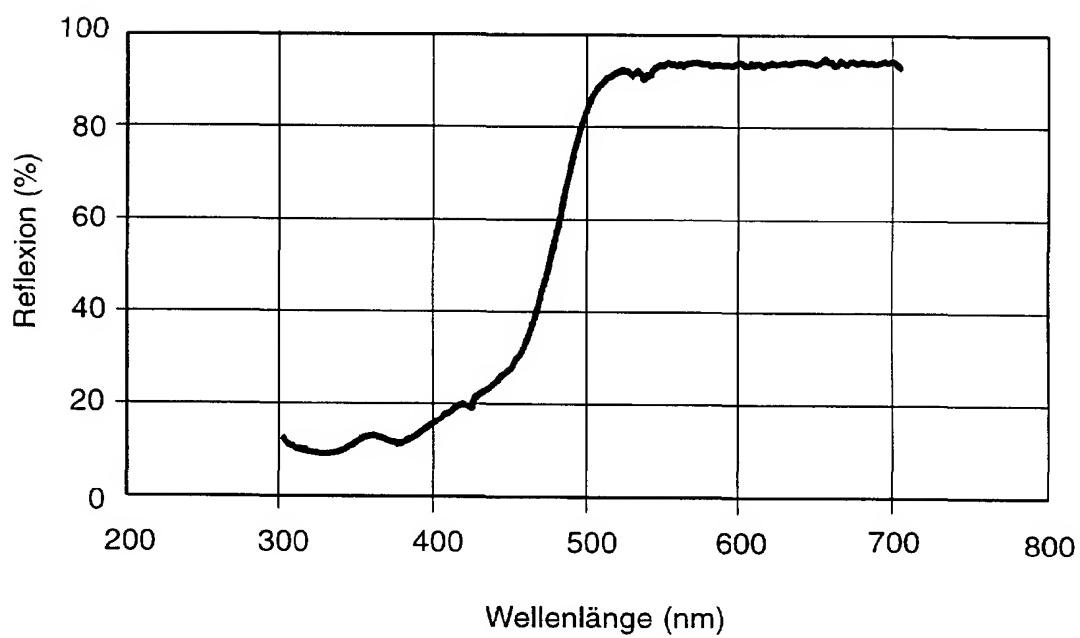


FIG. 2b

DE 20108013 U1

11.05.01

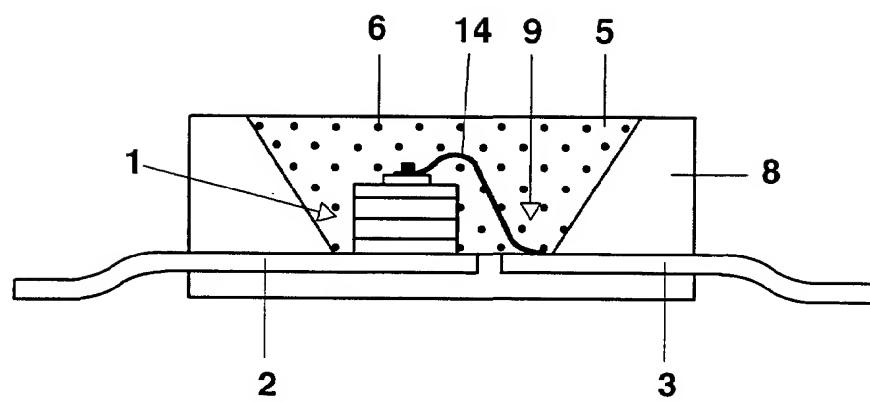


FIG. 3

DE 20108013 U1

11.05.01

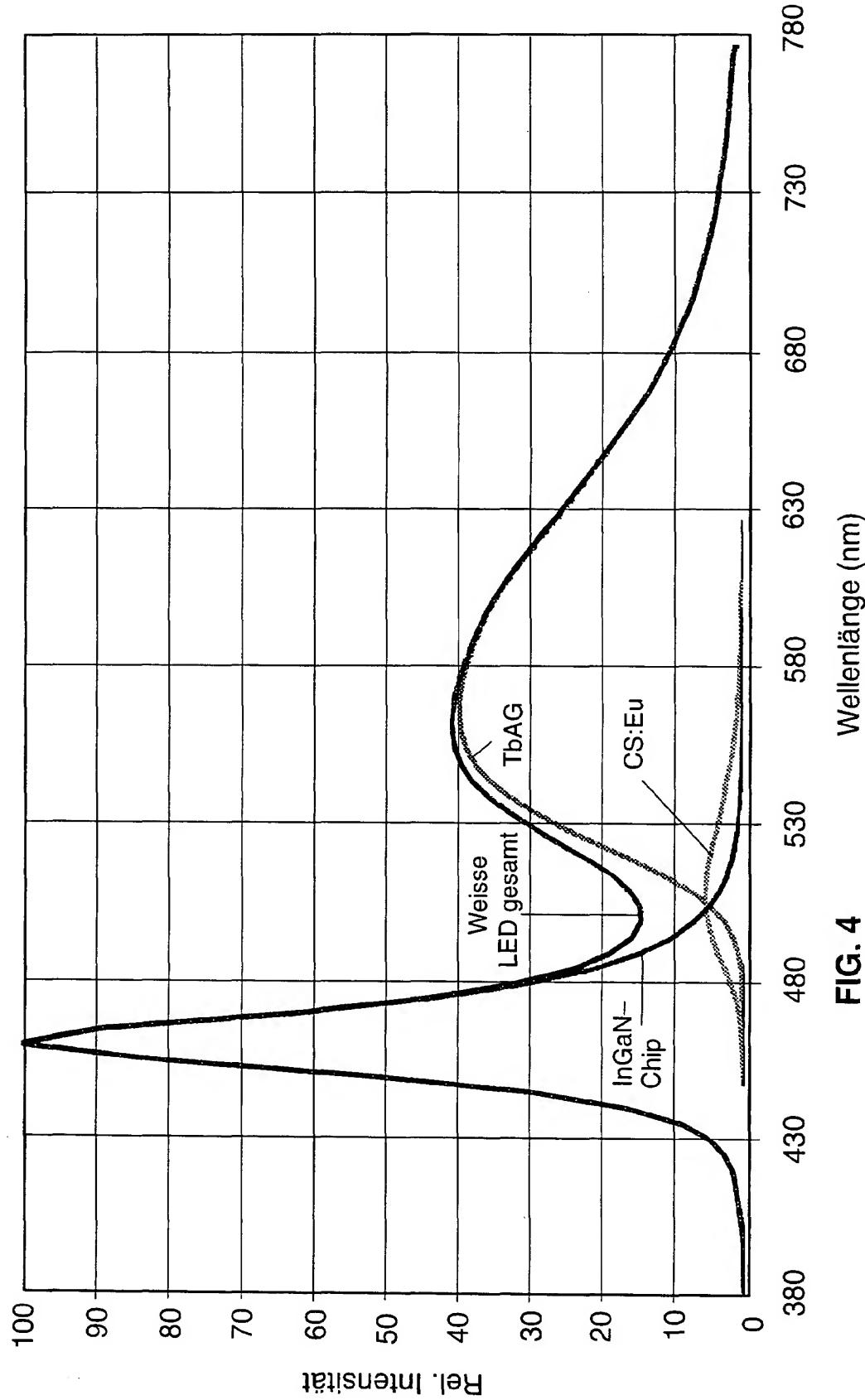


FIG. 4

Wellenlänge (nm)

DE 20108013 U1

11.05.01

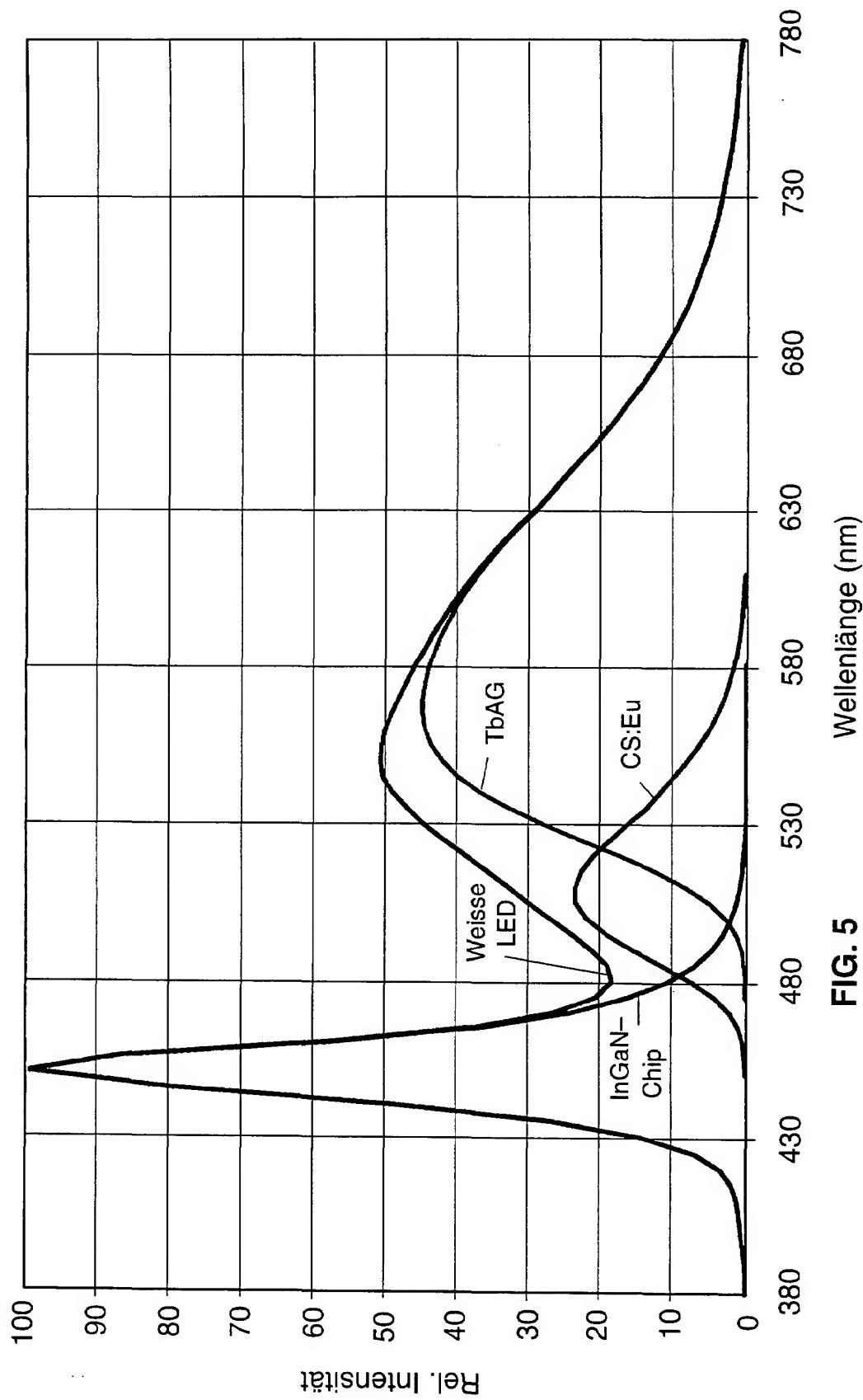


FIG. 5

DE 20108013 U1

11.05.01

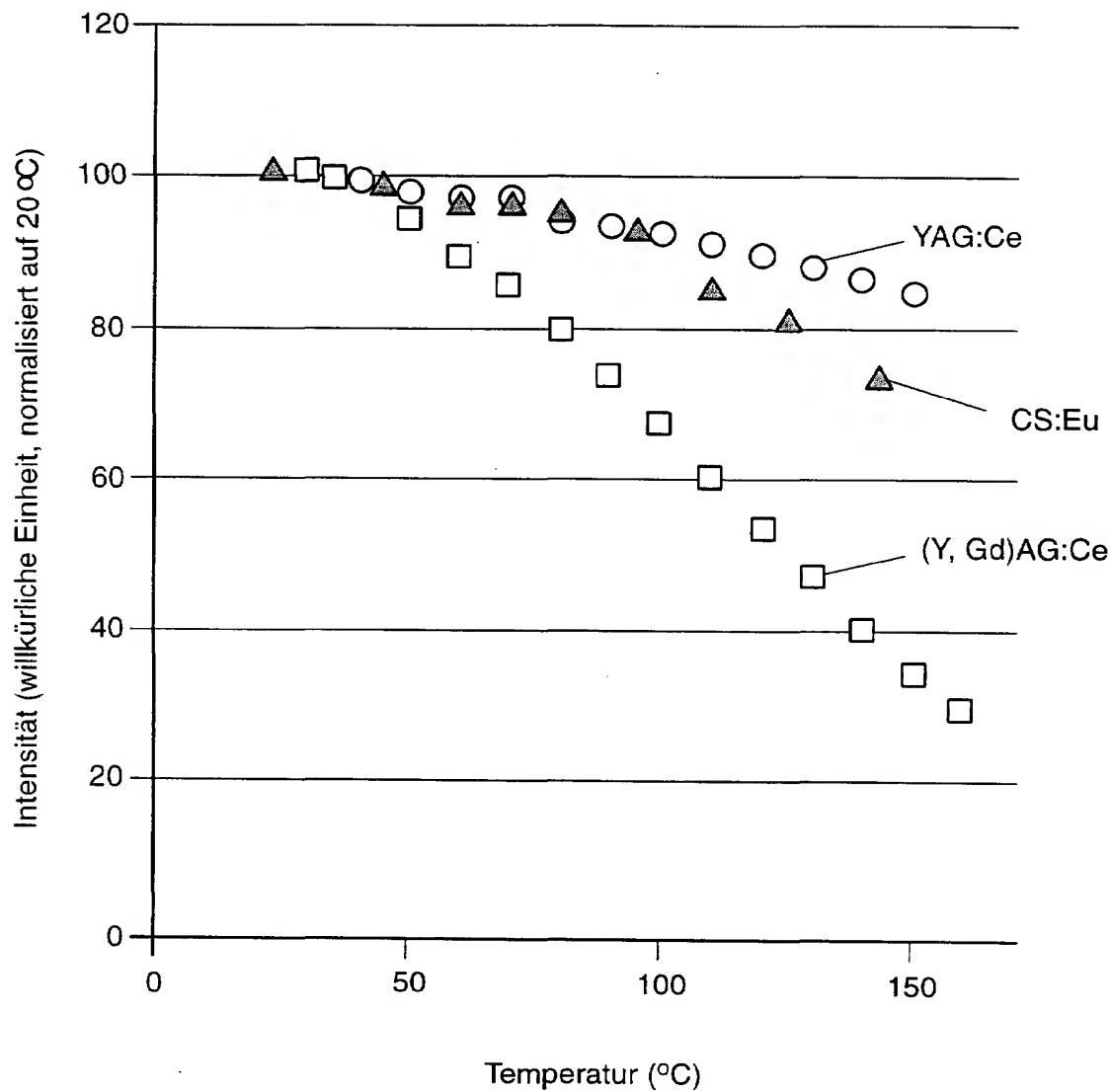


FIG. 6

DE 20108013 U1

11.05.01

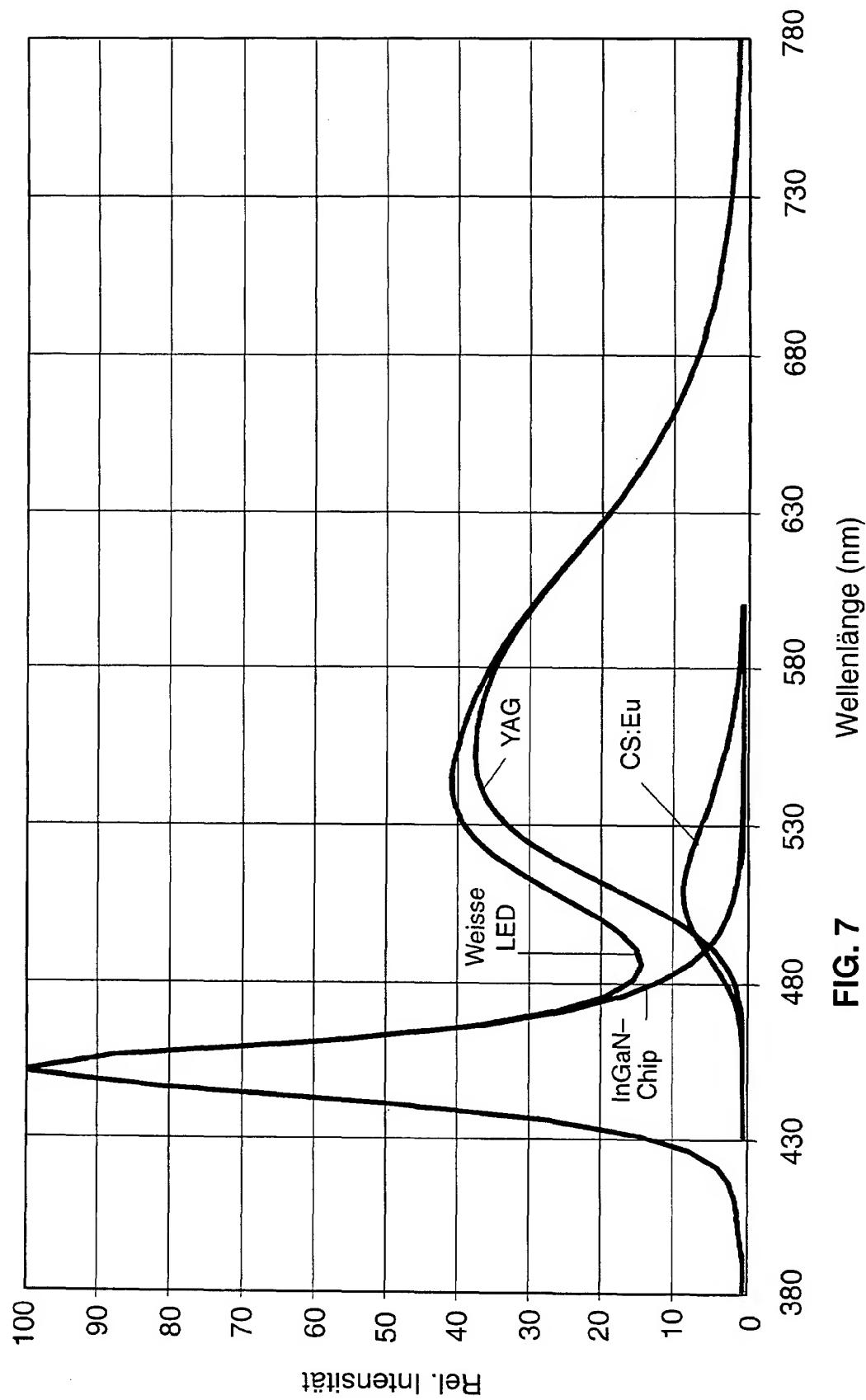


FIG. 7

DE 2010 6013 U1

110501

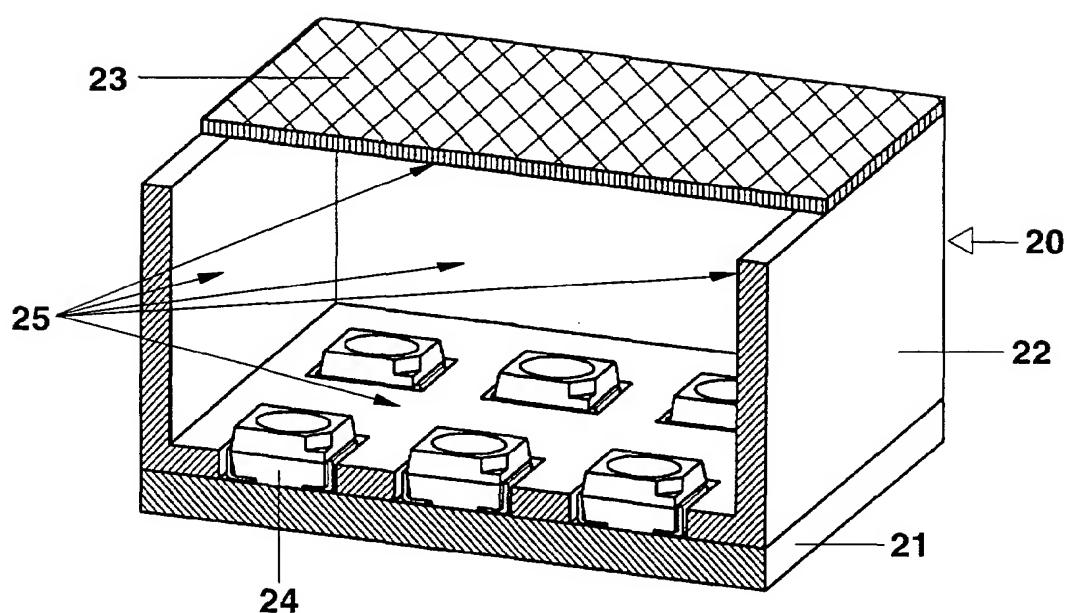


FIG. 8

DE 20108013 U1